

KEMAMPUAN KOAGULAN KITOSAN DENGAN VARIASI DOSIS DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN COD DAN KEKERUHAN PADA LIMBAH CAIR LAUNDRY (Studi pada Rahma Laundry, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang)

DYAH AGUSTIN CATUR PUTRI*, Tri Joko**, Nikie Astorina Yunita Dewanti***

*Kampus Undip Tembalang Jl. Prof. Soedarto, SH, Semarang Telp. (024) 7471604, Fax : (024) 7460044

Email: dyahagustincp@yahoo.com

**FKM Undip Semarang

***FKM Undip Semarang

Abstract: Laundry liquid waste contains several chemical substances in detergent raw materials such as phosphate, surfactants, ammonia, and total suspended solids. The existence of detergent in high concentrations and exceeds the quality standards that have been established in a body of water can lead to cases of environmental pollution in the form of increased turbidity and Chemical Oxygen Demands (COD) levels. Therefore in order to maintain and to ensure the availability of water in terms of quality, it requires coagulation-flocculation process to laundry liquid waste before discharging into water bodies. This study aims to determine the decrease of COD levels and turbidity level in laundry liquid waste using chitosan coagulant in Rahma Laundry, Tembalang District, Semarang. The research is a quasi experimental study with pretest-posttest with control group research design with 6 times replication. The total samples are 60 in which 24 tested for the levels of turbidity and 6 controls. The test results of Kruskal-Wallis with significance p -value $< 0,05$ indicates that dosage variation ($p=0,000$) gives different levels of COD and dosage variation ($p=0,000$) provide 755,97 mg/l and the advantage levels of turbidity before treatment was 516,20 NTU. The optimum dosage of chitosan coagulant is on the dose of 200 mg/l with the effectiveness decrease of COD levels and turbidity levels on 72,67% and 98,67% respectively.

Keywords : laundry, chemical oxygen demands (COD), turbidity, coagulation-flocculation, chitosan vendor

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Limbah cair laundry mengandung beberapa bahan kimia pada bahan baku detergen seperti

posfat, surfaktan, ammonia dan nitrogen serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, BOD (*Biological Oxygen Demands*), dan COD (*Chemical Oxygen Demands*).¹

Keberadaan detergen dalam konsentrasi tinggi dan melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada badan air dapat menyebabkan kasus pencemaran lingkungan.²

Di negara-negara berkembang termasuk Indonesia, limbah domestik merupakan jumlah pencemar terbesar (85%) yang masuk ke badan air sehingga proses *self purification* tidak berjalan seimbang. Bila hal ini terjadi terus menerus akan terjadi peningkatan kadar COD dan kekeruhan di sungai-sungai.³

Peningkatan COD dan kekeruhan disebabkan oleh tingginya kadar Pospat yang bersumber dari limbah *laundry*. Seperti yang terjadi di Kota Semarang, peningkatan jumlah usaha *laundry* menyebabkan tingginya tingkat eutrofikasi di sungai.

Pospat dalam detergen merupakan makronutrien bagi tanaman; kelebihan Pospat pada badan air merangsang pertumbuhan tanaman air dan biasa disebut eutrofikasi. Lebih lanjut, eutrofikasi menyebabkan oksigen terlarut yang seharusnya digunakan bersama oleh seluruh hewan/ tumbuhan air menjadi berkurang. Selain

disebabkan oleh adanya eutrofikasi, gulma dan tanaman air akan mati disebabkan oleh kekeruhan yang tinggi pada badan air sehingga mempengaruhi penetrasi cahaya matahari oleh karenanya dapat membatasi proses fotosintesis dan berdampak terhadap penurunan produktivitas primer perairan.³

Chemical Oxygen Demands (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik secara kimia dalam limbah cair dengan memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber oksigen. Semakin tinggi nilai COD, berarti semakin tinggi pula zat organik di dalam limbah dan sebaliknya.⁴ Kadar COD pada badan air penerima yang dipersyaratkan dalam Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah tidak boleh melebihi 100 mg/l, oleh karena itu perlu dilakukan pengujian kandungan COD pada limbah cair sebelum dibuang ke badan air penerima.⁵

Berdasarkan hasil observasi dan penelitian pendahuluan terhadap limbah cair *laundry* di Rahma Laundry, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang, kandungan COD mencapai 715,30

mg/l dan tingkat kekeruhan mencapai 616,68 NTU. Angka ini melebihi baku mutu limbah yang dipersyaratkan, oleh karena itu untuk menjaga dan menjamin ketersediaan air dalam hal kualitas (mutu) diperlukan *treatment* (pengolahan) terhadap limbah cair *laundry* sebelum dibuang ke badan air penerima.⁶

Terdapat beberapa teknik pengolahan limbah cair yang mengandung detergen, salah satunya adalah pengolahan kimia berupa proses koagulasi-flokulasi untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), melalui pembubuhan koagulan ke dalam air baku diikuti pengadukan cepat (koagulasi) dan pengadukan lambat (flokulasi) sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan partikel-partikel koloid yang kemudian sebagian besar dapat dipisahkan dalam proses sedimentasi.⁷ Metode koagulasi-flokulasi umumnya berhasil menurunkan kandungan COD sebanyak 40-70%.⁸

Koagulan dalam proses koagulasi-flokulasi berfungsi untuk mempercepat pembentukan flok yang lebih besar, kokoh dan stabil, dalam penelitian ini menggunakan

koagulan kitosan. Rodrigues pada tahun 2008 dalam Rachmi pada tahun 2014 menyatakan bahwa kitosan dapat meningkatkan kecepatan sedimentasi, penurunan turbiditas dan meningkatkan kepadatan endapan yang dihasilkan dalam pengolahan limbah.⁹ Sejalan dengan Manurung pada tahun 2011 menyatakan bahwa daya koagulasi koagulan kitin/ kitosan lebih unggul dibandingkan tawas dalam menurunkan kekeruhan.¹⁰ Selain itu, aplikasi koagulan kitosan dalam menurunkan kandungan COD dan tingkat kekeruhan sudah banyak dibuktikan. Penelitian Izaki pada tahun 2014 mengenai pemanfaatan kitosan sebagai bahan adsorben pada limbah cair batik melalui metode koagulasi-flokulasi mampu menurunkan COD 73,75%.¹¹ Penelitian mengenai kitosan juga dilakukan oleh Harahap pada tahun 2011 mengenai penggunaan kitosan dari kulit udang dalam menurunkan kadar TSS pada limbah cair Industri *Playwood* serta mampu menurunkan COD dari 279 mg/l menjadi 217 mg/l.¹² Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan pada tanggal 2 April 2015 menggunakan sampel limbah cair Raham Laundry, didapatkan hasil koagulan kitosan mampu

menurunkan kandungan COD dan tingkat kekeruhan berturut-turut sebesar 68,38% dan 74,60%.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini yaitu penelitian Eksperimen semu atau *quasi-experimental*, rancangan yang digunakan yaitu *Pretest-Posttest with Control Group*.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah koagulan kitosan dengan dosis 100 mg/l, 150 mg/l, 200 mg/l, dan 250 mg/l. Variabel terikatnya adalah penurunan konsentrasi COD dan kekeruhan pada limbah cair Rahma Laundry.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air limbah *laundry* yang berada di Rahma Laundry, Timoho Raya, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang dengan sampel berjumlah 30 sampel.

Replikasi pada eksperimen dilakukan untuk lebih memberikan keakuratan data kandungan COD dan tingkat kekeruhan sebelum dan sesudah perlakuan. Banyaknya replikasi dalam eksperimen dihitung menggunakan rumus:

$$(t-1) (r-1) \geq 15$$

$$(4-1) (r-1) \geq 15$$

$$(3) (r-1) \geq 15$$

$$3r - 3 \geq 15$$

$$3r \geq 15 + 3$$

$$r \geq 6$$

t: perlakuan

r: jumlah perulangan

Pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu *editing* (pemeriksaan data), *entry* (pemindahan data ke komputer), *tabulating*, interpretasi dan penyajian data. Analisis data yang digunakan yaitu analisis deskriptif dan uji statistik. Secara deskriptif data hasil pengolahan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan narasi-narasi.

Uji statistik yang digunakan yaitu uji normalitas data. Pada penelitian ini data yang didapatkan tidak berdistribusi normal, selanjutnya dilakukan Uji Kruskal-Wallis dan untuk mengetahui perbedaan yang paling bermakna maka dilanjutkan dengan uji Mann Whitney. Taraf kepercayaan dalam uji ini adalah 95% atau dengan tingkat signifikansi $\alpha=0,05$, dan pengambilan keputusan berdasarkan nilai probabilitas (*p-value*); bila *p-value* < 0,05 maka perbedaan signifikan. Bila *p-value* > 0,05 berarti tidak ada perbedaan signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini berada di Rahma Laundry yang terletak di Jalan Timoho Raya No. 258, Tembalang, Kota Semarang. Dalam satu hari Rahma Laundry mampu melayani pencucian hingga 100 kg dengan air yang dibutuhkan berkisar 750 liter air perhari.

Limbah cair yang dihasilkan dari proses pencucian dialirkan secara langsung dari pipa yang terhubung dengan mesin cuci lalu dibuang melalui saluran pembuangan ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Dalam satu hari, frekuensi pembuangan air limbah sesuai dengan frekuensi pencucian yang dilakukan di Rahma Laundry yaitu dilakukan sebanyak 23 kali. Jika pakaian kotor sedang banyak, frekuensi pembuangan limbah cair dan frekuensi pencucian laundry dilakukan sebanyak 32 kali.

B. Karakteristik Limbah Laundry

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik awal limbah cair Rahma Laundry pada uji lanjutan 3 Juni 2015 di Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair Rahma Laundry

Parameter	Satuan	Hasil Pengujian 715
COD	mg/l	755,97
Kekeruhan	NTU	516,20

C. Karakteristik Koagulan Kitosan

Penelitian ini menggunakan koagulan kitosan dengan karakteristik sebagai berikut:

Tabel 2. Mutu Kitosan yang digunakan dalam Penelitian

Parameter	Kitosan
Bahan Baku	Cangkar Udang
Ukuran Partikel	Bubuk (20-30 mesh)
Kelembaban (%)	< 10 %
Kadar Abu	< 0,5%
Kelarutan dalam Asam Asetat 1%	> 99%
Derajat Deasetilasi	> 80%
Total Mikroba	< 103 cfu/gram
Koliform	negatif
S.aureus	negatif
Salmonella	negatif
V. cholera	negatif

D. Hasil Penelitian

1. Kandungan COD Sebelum dan Sesudah Perlakuan Koagulasi-Flokulasi

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kandungan COD sebelum dan sesudah perlakuan

Re p ke-	Kontrol	COD sebelum (mg/l)	COD sesudah perlakuan (mg/l)			
			D0	D1	D2	D3
I	752,71	755,97	401,30	326,46	196,31	469,63
II	752,71	755,97	414,32	232,31	209,33	453,36
III	752,71	755,97	417,57	316,70	202,82	476,14
IV	752,71	755,97	420,82	310,20	225,60	456,62
V	752,71	755,97	404,56	323,97	199,57	463,12
VI	752,71	755,97	407,81	300,43	206,07	450,11
Rat a-rata	752,71	755,97	411,06	301,08	206,62	461,50

Tabel 3 menunjukkan rata-rata kandungan COD sesudah perlakuan koagulasi - flokulasi menggunakan koagulan kitosan dengan dosis 100

mg/l (D1), 150 mg/l (D2), 200 mg/l (D3), dan 250 mg/l (D4).

Rata-rata kandungan COD tertinggi terdapat pada dosis koagulan kitosan 250 mg/l (D4) yaitu 461,50 mg/l, sedangkan rata-rata kandungan COD terendah terdapat pada dosis koagulan kitosan 200 mg/l (D3) yaitu sebesar 206,62 mg/l.

Tabel 4. Efektifitas Penurunan Kandungan COD sesudah Perlakuan

Replikasi ke-	Efektifitas Perlakuan (%)			
	D1	D2	D3	D4
I	46,92	60,08	74,03	42,57
II	45,19	71,59	72,31	44,56
III	44,76	61,27	73,17	41,78
IV	44,33	62,07	70,16	44,16
V	46,48	60,38	73,60	43,37
VI	46,05	63,26	72,74	44,96
Rata-rata	45,62	63,11	72,67	43,57

Tabel 4 menunjukkan efektifitas penurunan kandungan COD sesudah perlakuan.

Rata-rata efektifitas penurunan kandungan COD terbesar pada dosis koagulan kitosan 200 mg/l (D3) yaitu sebesar 72,67%, sedangkan rata-rata efektifitas penurunan kandungan COD terkecil pada dosis koagulan kitosan 250 mg/l yaitu sebesar 43,57%.

2. Tingkat Kekeruhan Sebelum dan Sesudah Perlakuan Koagulasi-Flokulasi

Tabel 5. Hasil Pengukuran Tingkat Kekeruhan sebelum dan sesudah perlakuan

Replikasi ke-	Kontrol	Kekeruhan sebelum (mg/l)	Kekeruhan sesudah perlakuan (mg/l)			
			D0	D1	D2	D3
I	509,12	516,20	23,87	18,33	6,02	41,23
II	509,12	516,20	23,72	18,20	6,18	39,89

Tabel 5 menunjukkan tingkat kekeruhan pada limbah cair laundry sebelum dan sesudah perlakuan koagulasi dan flokulasi menggunakan koagulan kitosan dengan variasi dosis 100 mg/l (D1), 150 mg/l (D2), 200 mg/l (D3), dan 250 mg/l (D4).

Rata-rata tingkat kekeruhan sesudah perlakuan tertinggi terdapat pada dosis koagulan kitosan 250 mg/l (D4) yaitu 40,54 NTU sedangkan rata-rata tingkat kekeruhan terendah terdapat pada dosis koagulan kitosan 200 mg/l (D3) yaitu sebesar 6,11 NTU.

Tabel 6. Efektifitas Penurunan Kandungan COD sesudah Perlakuan

Replikasi ke-	Efektifitas Perlakuan (%)			
	D1	D2	D3	D4
I	95,37	96,44	98,83	92,01
II	95,40	96,47	98,39	92,27
III	95,21	96,47	98,82	92,00
IV	95,22	96,54	98,36	92,25
V	95,40	96,42	98,82	92,02
VI	95,38	96,55	98,81	92,29
Rata-rata	95,33	96,48	98,67	92,14

Tabel 6 menunjukkan efektifitas penurunan tingkat kekeruhan sesudah perlakuan. Rata-rata efektifitas penurunan tingkat kekeruhan terbesar pada dosis koagulan kitosan 200 mg/l (D3) yaitu sebesar 98,67%, sedangkan rata-rata efektifitas penurunan tingkat kekeruhan terkecil pada dosis

koagulan kitosan 250 mg/l yaitu sebesar 92,14%.

E. Analisis Data

1. Uji Normalitas Data

a. Uji normalitas data kandungan COD dengan Shapiro-Wilk

Berdasarkan uji normalitas data dengan Shapiro-Wilk yaitu data kandungan COD sebelum dan sesudah perlakuan didapatkan nilai p-value = 0,001(<0,05), maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga data selisih kandungan COD berdistribusi tidak normal.

b. Uji normalitas data tingkat kekeruhan dengan Shapiro-Wilk

Berdasarkan uji normalitas data dengan Shapiro-Wilk yaitu data tingkat kekeruhan sebelum dan sesudah perlakuan didapatkan nilai p-value = 0,000(<0,05), maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga data selisih tingkat berdistribusi tidak normal.

2. Uji Beda

a. Uji Beda pada data kandungan COD dengan *Kruskal-Wallis*

Berdasarkan uji beda data kandungan COD dengan *Kruskal-Wallis* yaitu data

penurunan kandungan COD didapatkan nilai p-value = 0,000(<0,05), maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga ada perbedaan penurunan kandungan COD pada limbah cair *laundry* antara sebelum dan sesudah perlakuan.

b. Uji Beda pada Data Tingkat Kekeruhan dengan *Kruskal-Wallis*

Berdasarkan uji beda data dengan *Kruskal-Wallis* yaitu data penurunan tingkat kekeruhan *posttest* didapatkan nilai p-value = 0,000(<0,05), maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga ada perbedaan penurunan tingkat kekeruhan pada limbah cair *laundry* antara sebelum dan sesudah perlakuan.

3. Uji Mann Whitney

a. Uji mann whitney data kandungan COD

Berdasarkan uji signifikansi data dengan *Mann Whitney* yaitu data selisih kandungan COD pada variasi dosis 100 mg/l dengan 150 mg/l, 100 mg/l dengan 200 mg/l, 100 mg/l dengan 250 mg/l, 150 mg/l dengan 100 mg/l, 150 mg/l dengan 200 mg/l, 150

mg/l dengan 250 mg/l, 200 mg/l dengan 250 mg/l, 250 mg/l dengan 100 mg/l, 250 mg/l dengan 150 mg/l, 250 mg/l dengan 200 mg/l. didapatkan nilai p-value = 0,004(<0,05) dan Z= -,2882, dimana hasil ini memberikan nilai yang sama pada setiap variasi dosis, maka menolak hipotesis Ho. Sehingga ada perbedaan bermakna p,ada selisih kandungan COD pada limbah cair laundry berdasarkan variasi dosis 100 mg/l dengan 150 mg/l, 100 mg/l dengan 200 mg/l, 100 mg/l dengan 250 mg/l, 150 mg/l dengan 100 mg/l, 150 mg/l dengan 200 mg/l, 150 mg/l dengan 250 mg/l, 200 mg/l dengan 250 mg/l, 250 mg/l dengan 100 mg/l, 250 mg/l dengan 150 mg/l, 250 mg/l dengan 200 mg/l.

- b. Uji mann whitney data tingkat kekeruhan

Berdasarkan uji signifikansi data dengan *mann whitney* yaitu data selisih tingkat kekeruhan pada variasi dosis 100 mg/l dengan 150 mg/l, 100 mg/l dengan 200 mg/l, 100 mg/l dengan 250 mg/l, 150

mg/l dengan 100 mg/l, 150 mg/l dengan 200 mg/l, 150 mg/l dengan 250 mg/l, 200 mg/l dengan 250 mg/l, 250 mg/l dengan 100 mg/l, 250 mg/l dengan 150 mg/l, 250 mg/l dengan 200 mg/l didapatkan nilai p-value = 0,004(<0,05) dan Z = - 2,882, dimana hasil ini memberikan nilai yang sama pada setiap variasi dosis, maka menolak hipotesis Ho. Sehingga ada perbedaan bermakna pada selisih tingkat kekeruhan pada limbah cair laundry berdasarkan dosis 100 mg/l dengan 150 mg/l, 100 mg/l dengan 200 mg/l, 100 mg/l dengan 250 mg/l, 150 mg/l dengan 100 mg/l, 150 mg/l dengan 200 mg/l, 150 mg/l dengan 250 mg/l, 200 mg/l dengan 250 mg/l, 250 mg/l dengan 100 mg/l, 250 mg/l dengan 150 mg/l, 250 mg/l dengan 200 mg/l.

PEMBAHASAN

- A. Kandungan COD dan Tingkat Kekeruhan Limbah Cair Rahma Laundry

Prinsip koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan kitosan

adalah adanya gaya tarik menarik antara koloid didalam limbah cair *laundry* yang bermuatan negatif dengan koagulan kitosan yang memiliki sifat polielektrolit kationik sehingga kation bermuatan positif yang terdapat pada ujung-ujung rantai karbon koagulan kitosan reaktif mengikat muatan negatif pada koloid.

Pemberian dosis koagulan kitosan pada rentang dosis 100 mg/l, 150 mg/l dan 200 mg/l membantu mengikat koloid di dalam limbah cair *laundry* lalu membuat koloid penyebab kekeruhan yang pada awalnya bersifat stabil menjadi tidak stabil muatannya, maka terjadilah gaya tarik-menarik menjadi flok terendapkan. Dengan demikian proses pengendapan koloid pada limbah cair Rahma Laundry ini berlangsung, dan menyebabkan penurunan kandungan COD dan kekeruhan di dalam limbah cair Rahma Laundry berturut-turut mencapai 72,67% dan 98,67%. Hasil efisiensi penurunan kandungan COD

sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Izaki pada tahun 2014 mengenai pemanfaatan kitosan sebagai bahan adsorben pada limbah cair batik melalui metode koagulasi-flokulasi mampu menurunkan COD 73,75%.¹¹ Hasil efisiensi penurunan tingkat kekeruhan sejalan dengan penelitian yang dilakukan Darnianti pada tahun 2008 mengenai penurunan kadar warna limbah cair industri pencucian *jeans* dengan kitosan dan jamur lapuk putih mampu menurunkan turbiditas atau kekeruhan 95,80%.¹³

Sedangkan pada dosis koagulan kitosan 250 mg/l terjadi peningkatan tingkat kekeruhan, hal ini disebabkan oleh berlebihnya dosis koagulan kitosan yang diberikan, sehingga frekuensi tumbukan semakin banyak terjadi serta ion positif pada koagulan kitosan yang berlebih menimbulkan gaya tolak menolak antar partikel dan menyebabkan terjadinya gerakan pada koloid di dalam sampel limbah cair *laundry*.

Wardhani pada tahun 2014 menyatakan bahwa dosis koagulan yang terlalu sedikit tidak secara maksimal dapat mengikat partikel koloid, dan apabila dosis yang diberikan berlebihan akan mengakibatkan restabilisasi partikel koloid.¹⁴ Amir pada tahun 2010 dalam Nasution pada tahun 2014 menyatakan bahwa, timbulnya gaya tolak menolak antar partikel menyebabkan gagalnya pengikatan dan pembentukan flok.¹⁵

B. Hubungan Kekeruhan dan COD

Tingkat kekeruhan didalam limbah cair berkorelasi negatif dengan jumlah oksigen terlarut, sehingga semakin meningkatnya kekeruhan maka jumlah oksigen terlarut semakin menurun. Selain itu, badan air membutuhkan oksigen terlarut untuk mendukung aktifitas primer perairan. Ketika ketersediaan oksigen terlarut menurun, namun dilain sisi jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi polutan didalam air meningkat maka

meningkat pula kandungan COD didalam limbah cair maupun pada badan air penerima. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penurunan tingkat kekeruhan berbanding lurus dengan penurunan kandungan COD. Namun angka dari efisiensi penurunan tingkat kekeruhan dan kandungan COD tidak memberikan hasil yang sama. Hal ini dikarenakan didalam air limbah *laundry* tidak hanya ada senyawa organik yang terendapkan, sehingga efisiensi penyisihan COD tidak sama besar dengan efisiensi penyisihan tingkat kekeruhan.

C. Dosis Optimum Koagulan dalam Menurunkan Kandungan COD dan Tingkat Kekeruhan

Dosis koagulan kitosan yang optimal berperan penting dalam penyisihan kandungan COD maupun tingkat kekeruhan. Dosis koagulan dianggap optimal apabila memberikan kualitas terbaik pada hasil pengujian kandungan COD dan tingkat kekeruhan. Dosis koagulan kitosan yang optimal

untuk menurunkan kandungan COD dan tingkat kekeruhan pada limbah cair Rahma Laundry adalah pada dosis 200 mg/l.

KESIMPULAN

1. Kandungan COD pada limbah cair *laundry* sebelum perlakuan koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan kitosan adalah 755,97 mg/l.
2. Tingkat kekeruhan pada limbah cair *laundry* sebelum perlakuan koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan kitosan adalah 516,20 NTU.
3. Kandungan COD rata-rata sesudah perlakuan koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan kitosan dengan variasi dosis 100 mg/l, 150 mg/l, 200 mg/l, dan 250 mg/l masing-masing sebesar 411,06 mg/l, 301,68 mg/l, 206,62 mg/l dan 461,50 mg/l.
4. Tingkat kekeruhan rata-rata sesudah perlakuan koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan kitosan dengan variasi dosis 100 mg/l, 150 mg/l, 200 mg/l, dan 250 mg/l masing-masing sebesar 24,36 NTU, 18,30 NTU, 6,11 NTU dan 54,19 NTU.

5. Dosis koagulan yang optimal adalah 200 mg/l.
6. Hasil statistik uji *Kruskal-Wallis* terdapat perbedaan penurunan kandungan (COD) pada limbah cair *laundry* antara sebelum dan sesudah perlakuan dengan p-value = 0,000 (<0,005).
7. Hasil statistic uji *Kruskal-Wallis* terdapat perbedaan penurunan tingkat kekeruhan pada limbah cair *laundry* antara sebelum dan sesudah perlakuan dengan p-value = 0,000 (<0,005).

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad, Jamil dan Hassan EL-Dessouky. *Design of a Modified Low Cost Treatment System for the Recycling and Reuse of Laundry Waste Water, Resources, Conservation and Recycling*, (Online), Vol. 52, Hal. 973-978; 2008. (www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344908000359, diakses 1 April 2015).
2. Kementrian Lingkungan Hidup. *Limbah Deterjen Pencemar Kualitas Air Tanah*. (Online); 2010. (<http://www.menlh.go.id/limbah-deterjen-pencemar-kualitas-air-tanah/>, diakses pada 24 April 2015).
3. Sasongko, Lutfi Aris. *Pencemaran Air Sungai Tuk Akibat Air Limbah Domestim (Studi Kasus Kelurahan Bendan Ngisor dan Kelurahan Sampangan Kecamatan Gajah Mungkur Kota Semarang*. (Online), Jurnal Momentum, Vol. 4 No. 1, Hal. 48-55; April 2008,

- Nugroho, Satyanur Yudhiatama. *Penurunan Kadar COD dan TSS Pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Filter Serat Plastik dan Tembikar Dengan Susunan Random*. Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro; 2014.
4. Nugroho, Satyanur Yudhiatama. *Penurunan Kadar COD dan TSS Pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Filter Serat Plastik dan Tembikar Dengan Susunan Random*. Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro; 2014.
 5. Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah, Semarang : Pemerintah Daerah Jawa Tengah; 2012
 6. Alamsyah, Sujana. *Merakit Sendiri Alat Penjernih Air untuk Rumah Tangga*. Jakarta: Kawan Pustaka
 7. Aliya. *Mengenal Teknik Penjernihan Air*. Semarang: Aneka Ilmu, ISBN: 978-979-736-8180; 2008
 8. Risdianto, Dian. *Optimalisasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul)*. Semarang; 2007.
 9. Rachmi, Nur Fitriah. *Pengolahan Limbah Cair Model Industri Pulp dan Kertas menggunakan Metode Koagulasi-Flokulasi dan Irradiasi UV/ H₂O₂*. Skripsi dipublikasikan oleh Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia; 2008
 10. Manurung, Manatun. *Potensi Khitin/ KITOSAN dari Kulit Udang sebagai Biokoagulan Penjernih Air*. Jurnal Kimia, Vol. 5 No. 2, Hal. 182-188. ISSN 1907-9850; 2011
 11. Izaki, Ayu Fitri. *Pemanfaatan KITOSAN Sebagai Bahan Adsorben pada Limbah Cair Batik*. Agustus 2014, Jurnal Ilmu Berbagi - Seri Ilmu Kesehatan dan Lingkungan, Vol. 2014, No. 2, Hal. 1-10; 2014.
 12. Harahap, Sampe. *Penggunaan KITOSAN dari Kulit Udang dalam Menurunkan Kadar Total Suspended Solid (TSS) pada Limbah Cair Industri Plywood*. Panam, Riau : s.n., Jurnal Akuatika, Vol. II, No. 2, Hal. 116-125. ISSN 0853-2523. September; 2011.
 13. Darnianti. *Penurunan Kadar Warna Limbah Cair Industri Pencucian Jeans dengan KITOSAN dan Jamur Lapuk Putih*. Makalah dipublikasikan dalam Tesis Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara; 2008
 14. Wardhani, Widyastuti Kusuma. *Khitin Rajungan sebagai Biokoagulan untuk Penyisihan turbidity, TSS, BOD dan COD pada Pengolahan Air Limbah Farmasi PT. Phapros tbk, Semarang*. Tugas Akhir dipublikasikan oleh Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro; 2014.
 15. Nasution, Poso. *Studi Penurunan TSS, Turbidity dan COD dengan Menggunakan KITOSAN dari Limbah Cangkang Keong Sawah sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair PT. SIDO MUNCUL, TBK SEMARANG*; 2014.